

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 8月28日

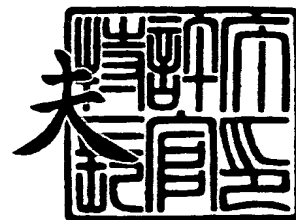
出願番号
Application Number: 特願2003-305555
[ST. 10/C]: [JP2003-305555]

出願人
Applicant(s): 日亜化学工業株式会社

2003年10月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3085759

【書類名】 特許願
【整理番号】 12002130K1
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01S 5/30
【発明者】
 【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業株式会社
 内
 【氏名】 松村 拓明
【特許出願人】
 【識別番号】 000226057
 【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社
 【代表者】 小川 英治
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-340625
 【出願日】 平成14年11月25日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 010526
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

活性層を挟む n 側半導体層及び p 側半導体層と、前記 p 側半導体層に形成された導波路形成用のリッジ部と、前記リッジ部を、その頂面の少なくとも一部が露出するように覆う絶縁保護膜と、前記絶縁保護膜から露出したリッジ部にオーミック接触した p 側オーミック電極と、該 p 側オーミック電極に電気接触するよう形成された p 側パッド電極とを備えたリッジ導波路型半導体レーザにおいて、

前記 p 側オーミック電極と前記 p 側パッド電極の間に、低融点金属の拡散を防止可能な拡散防止層が形成され、該拡散防止膜が、少なくとも前記絶縁保護膜から露出した前記リッジ部を覆うことを特徴とするリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項 2】

前記拡散防止層が、さらに前記リッジ部の側面をも覆うよう形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項 3】

前記拡散防止層が、酸化物、窒化物又は高融点金属から選択された 1 種であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項 4】

前記拡散防止層は、絶縁性である請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項 5】

前記拡散防止層が、 SiO_2 、 AlN 、 SiN 、 GaN 、 AlGaN 、 InGaN 、 P からなる群から選択された 1 種であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項 6】

前記絶縁保護膜の上に、第 2 の絶縁保護膜が形成されており、前記拡散防止層が、前記第 2 の絶縁保護膜と同一組成から成ることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項 7】

前記リッジ部近傍で前記 p 側パッド電極に低融点金属を含む導電性接合剤がボンディングされたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【請求項 8】

前記リッジ導波路型半導体レーザの半導体層が、窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x + y \leq 1$) から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のリッジ導波路型半導体レーザ。

【書類名】明細書

【発明の名称】リッジ導波路型半導体レーザ

【技術分野】

【0001】

本件発明は、リッジ導波路型半導体レーザに関し、特に、リッジ導波路型半導体レーザの実装後における信頼性を向上可能なリッジ構造に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、DVDなどの光ディスク、医療機器、加工機器、光ファイバー通信等の光源として半導体レーザが広く利用されている。特に、窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) から成る半導体レーザは、比較的短波長の紫外域から赤色が発光可能な半導体レーザ素子として注目されている。

【0003】

これらの半導体レーザでは、横モード制御のためのストライプ構造として、利得導波と屈折率導波を同時に実現することのできるリッジ導波路型が採用されることが多い。また、特に窒化物半導体レーザは、熱伝導率が小さなサファイア基板等に形成される場合が多いため、レーザ素子放熱性を向上するために、活性層に近いp電極側を下にするフェイスダウンボンディング（ジャンクションダウン）によって実装することが有利である。また、サファイア基板等の異種基板ではなく、窒化物半導体基板を用いる場合であっても、高出力時に発生する熱による素子劣化を抑制するためには、基板よりも熱伝導率の大きいサブマウントを用いたり、p層側を下にしてフェイスダウン実装するのが有効である。

【0004】

図5は、リッジ導波路型レーザをフェイスダウンボンディングした従来例を示す概略断面図である（例えば、特許文献1参照）。図5において、窒化物半導体レーザ10は、実装基板20上に半田などの導電性接合剤23を用いてフェイスダウン実装されている。窒化物半導体レーザ10は、基板11の上にn型窒化物半導体層12、活性層13、p型窒化物半導体層14を順次積層し、p型窒化物半導体層にストライプ状のリッジ部14aを形成したリッジ導波路型レーザである。窒化物半導体層レーザ10のn型電極16及びp型電極15及び19は、半田などの導電性接合剤23によって、実装用基板20の電極21及び22に接合されている。

【0005】

【特許文献1】特開2000-58965号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記従来のリッジ導波路型半導体レーザでは、レーザ10を実装基板20に実装した後、初期のレーザ特性に異常が生じたり、素子寿命が短くなる等の問題があった。

【0007】

そこで、本件発明は、リッジ導波路型半導体レーザにおいて、実装時に生じるレーザ特性異常や寿命特性の劣化を防止することのできる、新規なレーザ素子構造を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本件発明者らは、種々検討を重ねた結果、リッジ導波路型レーザを実装した後に生じるレーザ特性異常や寿命劣化が、リッジ部に生じる異常が原因であること、特に、実装時に用いる導電性接合剤のp側オーミック電極への拡散や、リッジ部における絶縁保護膜やp型電極の剥離に原因があることを見出し、本件発明を成すに至った。

【0009】

このことを、図6を用いて説明する。図6は、窒化物半導体レーザのリッジ部を拡大し

た部分断面図である。尚、図6は、図5と上下逆転した図面を表している。図6に示すように、窒化物半導体レーザ10のp型窒化物半導体層14には、導波路形成用のリッジ14aが設けられ、リッジ14aの頂面を露出するように第1の絶縁保護膜17が形成されている。第1の絶縁保護膜17には、リッジ14aと光屈折率の違いが大きな材料が用いられており、その光屈折率の違いに基づいてリッジ14aが光閉じ込め機能を発揮する。さらに、リッジ部14aの全体を覆うようにp側オーミック電極15が形成されており、リッジ14aの頂面に露出したp型窒化物半導体14との間にオーミック接合を形成している。また、リッジ部14aから離間して、第1の絶縁保護膜17の上に、第2の絶縁保護膜18が形成されている。

【0010】

このリッジ部14aにおいて、p側オーミック電極15と実装基板との接合は次のようにして行われる。まず、p側オーミック電極15の上には、導電性接合剤23との接合性の良い金属から成るp側パッド電極19が形成されており、p側パッド電極19が導電性接合剤23によって実装基板の電極と接合される。この接合が、レーザ素子を実装基板に押し付けながら、導電性接合剤の融点以上に加熱することにより行われる。

【0011】

本件発明者らは、動作不良を生じたレーザ素子を種々検討した結果、導電性接合剤23中のSnなどの金属成分が、リッジ部14aを覆うp側オーミック電極15に到達し、p側オーミック電極15とp型窒化物半導体14とのオーミック接触を阻害していることを見出した。導電性接合剤23としては、通常、半田等の低融点金属が用いられるが、接合時の加熱により、その低融点金属(Sn等)がp側パッド電極19内を拡散し、p側オーミック電極15に到達するものと推定される。Sn等の低融点金属は、p側オーミック電極15に到達すると、p側オーミック電極15とp型窒化物半導体の間のオーミック接触を阻害し、接触抵抗を増大させる。

【0012】

また、上記問題の他に、本件発明者らは、p型窒化物半導体層のリッジ部14aの側面において、p型窒化物半導体層14と第1の絶縁保護膜17との間や、絶縁保護膜17とp側オーミック電極15との間に剥離が生じる結果、レーザ素子の特性劣化や寿命劣化を引き起こしていることも見出した。フェイスダウンボンディングによってレーザチップを実装基板に接合する場合、レーザチップの構造上、最も突出したリッジ部14aに大きな力が加わる。しかも、リッジ部14aの側面、特に、リッジ14aの側面と頂面を結ぶ角部25や側面と底面を結ぶ角部26は、製膜工程の一般的な傾向として、第1の絶縁保護膜17の膜厚が薄くなり易い。また、絶縁保護膜は、一般に、窒化物半導体や金属との密着性がよくない。このため、レーザチップを実装基板に接合する際の熱や加圧によって、第1の絶縁保護膜17とp型窒化物半導体層14の間や、第1の絶縁保護膜17とp側オーミック電極15に剥離が生じてしまう。第1の絶縁保護膜17に剥離が生じると、リッジ部14aの周囲の光屈折率が異常となるため、リッジ部14aによる光閉じ込め機能が著しく阻害されることになる。

【0013】

尚、このような事情は、フェイスダウンボンディングによってリッジ導波路型半導体レーザ素子の実装を行う場合に限らない。レーザ素子のリッジ部近傍においてp側パッド電極に低融点金属から成る導電性接合剤による接合を行う実装方法であれば、全く同様の問題が生じることになる。さらに、実装時以外の工程でも、高温に曝される工程を有する場合には、電極(特にp側電極)と、絶縁膜や半導体層との接合性が低下することがあり、素子特性を劣化させる原因となる。

【0014】

そこで、本件発明に係るリッジ導波路型半導体レーザは、活性層を挟むn側半導体層及びp側半導体層と、前記p側半導体層に形成された導波路形成用のリッジ部と、前記リッジ部を、その頂面の少なくとも一部が露出するように覆う絶縁保護膜と、前記絶縁保護膜から露出したリッジ部にオーミック接触したp側オーミック電極と、該p側オーミック電

極に電気接触するよう形成されたp側パッド電極とを備えたリッジ導波路型半導体レーザにおいて、前記p側オーミック電極と前記p側パッド電極の間に、前記低融点金属の拡散を防止可能な拡散防止層が形成され、該拡散防止膜が、少なくとも前記絶縁保護膜から露出した前記リッジ部を覆うことを特徴とする。

【0015】

p側オーミック電極とp側パッド電極の間に、拡散防止層を形成することにより、リッジ部への低融点金属の拡散を抑制し、p側オーミック電極とp側半導体層とのオーミック接触が阻害されることを防止できる。

【0016】

また、リッジ部の側面における絶縁保護膜の剥離を防止するために、拡散防止層がさらにリッジ部の側面をも覆うよう形成されていることが好ましい。拡散防止層がリッジ部の側面まで広がり、絶縁保護膜の剥離が生じやすいリッジ側面と頂面を結ぶ角部や、リッジ側面と底面を結ぶ角部を埋めることにより、絶縁保護膜に加わる熱や圧力の集中が緩和されるためである。また、拡散防止層が、電極との密着性の弱い材料（例えば酸化物など）を用いることで、角部を埋めることによってフェイスダウン実装時にかかる応力集中緩和という効果だけでなく、実装形態にかかわらず電極構造に自由度を持たせるという効果をも得ることができ、それによって熱膨張等による熱的構造変化に対する機械的耐性が向上させることができる。このような効果が得られる原因として、p側オーミック電極やp側パッド電極との界面が、リッジ上部を含む（広い範囲）に渡って金属-金属結合されている場合に比して、密着性の弱い材料が介在することによってその強固な金属間の結合力が緩和されることが考えられる。その結果としてオーミック接触に關与する領域（p側コンタクト層～p側パッド電極）全体の内部の構造が、熱的或いは物理的な外的応力に対する自由度が高くなって、オーミック接触部にかかる負荷を分散（拡散）させることができる。さらに、このような密着性の弱い拡散防止層が絶縁性である場合は、拡散防止層とp側オーミック電極又はp側パッド電極とが剥がれても、オーミック接触部の密着性を確保することができれば素子駆動に問題はない。

【0017】

このようにオーミック接触部の自由度を高くすることで、フェイスダウン実装時にステムやサブマウント等の実装基板との間の熱膨張率差をも緩和し、実装不良を低減させることができる。実装基板との密着性については、フェイスダウン実装時には素子と実装基板との間の接合剤の材料にや、実装基板の材料等の熱膨張率にも影響を受けるものであるので、それらの部材を調整することでも密着性を向上させることができる。そして、本願のように素子自体が熱膨張率差等に対する構造変化に対する自由度を高くすることで、接合剤や実装基板の材料が、他の要因を考慮して選択した材料では熱膨張率差が大きくなってしまう場合などであっても対応することができる。このように、拡散防止層を有することで、より効果的に熱的耐性を向上させることができる。

【0018】

拡散防止層は、低融点金属の拡散を防止することができる材料であれば特に限定されず、絶縁物、半導体、金属のいずれでも用いることができる。拡散防止層として好ましい材料は、酸化物、窒化物又は高融点金属等であり、例えば、Si、Al、Rh、Zr、Ti、Zn、Ga、Nb等の酸化物や窒化物、W、Mo、白金族系金属（Pt、Pd、Rh、Ir、Ru、Os）等の金属、若しくは、InN、AlN、GaN及びそれらの混晶であるAlInGaN系、GaAs系、GaP系及びInP系、更にはSi、SiCなどの半導体層を用いることができ、それらの中でもSiO₂、AlN、SiN、GaN、AlGaN、InGaN、Pt等を用いることが好ましい。尚、拡散防止層が、絶縁物または半導体である場合には、p側オーミック電極とp側パッド電極との電気接触が保たれるように、拡散防止層をp側オーミック電極の一部が露出するように形成する必要がある。

【0019】

拡散防止層が主として金属などの導電性材料からなる場合は、拡散防止層を設けない場合と導通経路は同じとなる。拡散防止層として好ましい材料は、複数の材料が積層されて

いる電極層内部において、その各層の拡散を防止するためのバリア層としても機能しうる材料としてあげられる。しかし、本願では、そのような電極層内部の拡散防止層とは異なり、電極の全面に渡って形成されず、リッジ部近傍にのみ形成されることになる。このようにすることで、リッジ部近傍の光学的特性を補うことができる。例えば、Ptからなる拡散防止層としてリッジ部近傍に設ける場合、Ptは発光層からの発光波長を吸収しにくいために導波損失が少ない。この効果は、p側パッド電極にPtを含む場合にも得られる効果である。しかし、リッジからやや離間する領域（1次モードが発生する領域）でp側オーミック電極とp側パッド電極とを接するように拡散防止層の幅が制限されていると、例えばNi/Auからなるp側パッド電極で発光層からの発光波長を吸収させることができる。これによって、高次の水平横モードを吸収することができ、基本モードのみを取り出すことができる。このような効果は、p側パッド電極にバリア層（例えばPt）が含まれる場合には得られないものであり、本願のように、導電性材料を用いた拡散防止層をp側パッド電極よりも狭い幅で形成することによって実現することができる。

【0020】

また、拡散防止層が主として酸化物からなる絶縁性材料である場合は、p側パッド電極からp側オーミック電極への導通経路が、リッジ上部ではなく、一度ストライプ状のリッジに対する横方向に広がるような経路となるので、ストライプ全域において均一に流れやすくなる。p側オーミック電極とp側パッド電極とを別工程で形成させる場合、その長さ（ストライプ方向）が異なる形状となる。特に、p側パッド電極の方がp側オーミック電極に比して短くなりやすい。そのため、p側オーミック電極の端部はp側パッド電極と直接接していない場合がある。そのような場合は、p側オーミック電極の端部にまで電流が流れにくくなり、その直下の半導体層にも電流が流れにくく、結果として発光が弱い領域を形成してしまう。そして、p側パッド電極の端部の直下のp側オーミック電極に電流が集中しやすく、発光が強い領域を形成してしまうので、発光の不均一がより強調されるようになる。本願のように、絶縁性の拡散防止膜を形成させることで、電流の経路の不均一を緩和して、ストライプ全域に渡って均一に電流を供給し易くすることができる。

【0021】

拡散防止層が酸化物の場合は、フェイスダウン時に低融点金属の拡散を防止することに加え、フェイスアップでの実装時においても、耐熱性を向上させることができるという効果を奏する。これは、詳細は定かではないが、p側オーミック電極とp側パッド電極とが別工程で形成されるためにその界面に酸素が存在することに起因すると考えられる。ダイボンド時には、フェイスダウン実装時だけでなく、フェイスアップ実装時であってもレーザ素子には約300℃の熱がかかる。このような高温に曝されることで、オーミック性が低下し、部分発光（発光ムラ）やVf上昇など素子特性を悪化させやすくなる。オーミック性の低下の原因のひとつとして考えられるのが、実装時に素子にかかる熱によって、p側オーミック電極とp側パッド電極との界面にもともと存在していた酸素が、その界面以外の領域（例えば外部）などに拡散してしまい、それによってオーミック性が低下することが考えられる。本願のように、酸化物を拡散防止膜としてp側オーミック電極とp側パッド電極との界面に存在させておくことで、オーミック性を補助していると考えられる酸素の濃度低下を補うことができる。これにより、実装時にかかる熱に起因する酸素の移動（拡散）によるオーミック特性の低下を抑制し、耐熱性に優れたレーザ素子とすることができる。

【0022】

また、絶縁保護膜の上に、第2の絶縁保護膜（例えば、n電極形成領域以外を絶縁保護するための膜）が形成されている場合、前記拡散防止層が、第2の絶縁保護膜と同一組成から成ることが好ましい。こうすることにより、従来の製造方法に新たな工程を加えなくとも、第2の絶縁保護膜を形成するフォトリソグラフィのマスク形状に変更を加えるだけで、拡散防止層を形成することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明は、以上説明したように構成されているため、実装時に用いる導電性接合剤のp側オーミック電極への拡散や、リッジ部における絶縁保護膜やp型電極の剥離を抑制することができる。従って、リッジ導波路型半導体レーザにおいて、実装時に生じるレーザ特性異常や寿命特性の劣化を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。
実施の形態1.

図1は、本実施の形態に係るリッジ導波路型半導体レーザを模式的に示す断面図である。図1において、窒化物半導体レーザ10は、実装基板20上に半田などの導電性接合剤23を用いてフェースダウン実装されている。窒化物半導体レーザ10は、サファイア等の絶縁性基板11の上にn側窒化物半導体層12、活性層13、p側窒化物半導体層14を順次積層し、p側窒化物半導体層にストライプ状のリッジ部を形成したリッジ導波路型レーザである。n側窒化物半導体層12とp側窒化物半導体層14は、各々、主として活性層13に電子と正孔を供給する機能を有し、一般的にはn型窒化物半導体とp型窒化物半導体から成る。窒化物半導体レーザ10のn側電極16及び29並びにp側電極15及び19は、半田などの導電性接合剤23によって、実装用基板20の電極21及び22に接合されている。

【0025】

尚、本実施の形態において、接合前の導電性接合剤23は、図1に示すように、Sn、Pb、Ag、Bi、Cu、In、Zn等から成る低融点金属層23aとAu、Pt等の酸化しにくい金属から成る保護層23bの2層から成る。保護層23bは、低融点金属層23aが接合前に空気酸化を受けることを防止する機能を有し、接合時の熱と圧力によって破れる程度の薄膜に形成されている。即ち、接合時の熱と圧力によって、保護層23bが破れると共に低融点金属層23aが熔融し、窒化物半導体レーザ10と実装用基板20の電極を接合する。

【0026】

また、窒化物半導体レーザ10のn側電極16及び29は、p側窒化物半導体層14及び活性層13を取り除いて露出させたn側窒化物半導体層12の表面に形成されているため、p側電極17及び19と異なる高さにある。そこで、その高さの相違を補償するために、実装用基板20側のパッド電極22の上にAu層24bとPt層24aの2層から成る電極24が形成されている。

【0027】

本件発明の特徴であるリッジ部近傍の構造について図2を参照しながら説明する。図2は、図1のリッジ部近傍の構造を拡大して示す部分拡大断面図である。尚、図2は、図1と上下逆転した図面を表している。図2に示すように、窒化物半導体レーザ10のp型窒化物半導体層14には、導波路形成用のリッジ14aが設けられ、リッジ14aの頂面を露出するように第1の絶縁保護膜17が形成されている。第1の絶縁保護膜17には、リッジ14aと光屈折率の違いが大きな材料が用いられており、その光屈折率の違いに基づいてリッジ14aが光閉じ込め機能を発揮する。さらに、リッジ部14aの全体を覆うようにp側オーミック電極15が形成されており、リッジ14aの頂面に露出したp型窒化物半導体14との間にオーミック接合を形成している。また、リッジ部14aから離間して、第1の絶縁保護膜17の上に、第2の絶縁保護膜18が形成されている。

【0028】

そして、p側オーミック電極15とp側パッド電極19の間には、第1の絶縁保護膜17から露出したリッジ部14aの頂面を覆うように拡散防止層30が形成されている。即ち、拡散防止層30は、p側オーミック電極15とp側窒化ガリウム系化合物半導体層14とのオーミック接合部を少なくとも覆うように形成されている。このようにして形成された拡散防止膜30は、実装基板への接合時の加熱と加圧によって、又は、実装後の通電によって、Sn、Pb、Ag、Bi、Cu、In、Zn等の低融点金属を組成に含む導電

性接合剤 23 から低融点金属が拡散して p 側オーミック電極 15 に到達することを抑制する。従って、窒化物半導体レーザの実装、又はその後の通電による p 側オーミック電極の接触不良の発生が抑制される。

【0029】

また、拡散防止層 30 は、リッジ 14 a の頂面から側面の全面を覆うように形成されており、リッジ 14 a の頂面と側面を結ぶ角部 25 と、頂面と底面を結ぶ角部 26 を埋めるように形成されている。こうした角部 25 及び 26 では、半導体製造プロセスの一般的な傾向として、その上に形成される第 1 の保護絶縁膜 17 や p 側オーミック電極 15 の膜厚が局所的に薄くなる。その結果、角部 25 及び 26 において、第 1 の保護絶縁膜 17 や p 側オーミック電極が溝状に掘れたような形状となる。拡散防止層 30 が、これらの溝を埋めることにより、角部 25 及び 26 における熱や圧力を緩和して、第 1 の保護絶縁膜 17 が p 型窒化ガリウム系化合物半導体 14 から剥離することや、p 側オーミック電極 15 が第 1 の保護絶縁膜 17 から剥離することを防止することができる。従って、剥離によってリッジ部 14 a の光閉じ込め機能に異常が生じることを防止することができる。

【0030】

拡散防止層 30 は、導電性接合剤 23 からの低融点金属の拡散を防止することができる材料であれば特に限定されず、絶縁物、半導体、金属のいずれでも用いることができる。但し、拡散防止層 30 は、p 側オーミック電極 15 のオーミック接合を阻害するような材料であってはならない。例えば、拡散防止層 30 には、Sn、Pb、Ag、Bi、Cu、In、Zn 等の低融点金属が p 側オーミック電極 15 のオーミック接合を阻害するような濃度で含まれないようにする必要がある。また、拡散防止層 30 が、p 側電極 15 と反応しない材料であることが好ましい。拡散防止層として好ましい材料は、酸化物、窒化物又は高融点金属等であり、例えば、SiO₂、AlN、SiN、GaN、AlGaN、InGaN、Pt 等を用いることが好ましい。

【0031】

なかでも、拡散防止層 30 を、SiO₂ 等の絶縁物で形成すれば、拡散防止層 30 と第 2 の絶縁保護膜 18 とを同時に形成することができる。即ち、従来の製造方法に新たな工程を付加しなくても、第 2 の保護絶縁膜 18 を形成する際のマスクパターンに変更を加えるだけで、拡散防止層 30 を形成することができる。尚、拡散防止層 30 が絶縁物又は半導体である場合には、p 側オーミック電極 15 と p 側パッド電極 19 との電気接触が保たれるように、p 側オーミック電極 15 の一部が露出するように拡散防止層 30 を形成する必要がある。図 1 に示す例では、基板上面から見て、拡散防止層 30 の形成面積を p 側オーミック電極 15 よりも狭くすることにより、p 側オーミック電極 15 と p 側パッド電極 19 の間の電気接触を確保している。

【0032】

実施の形態 2.

本実施の形態では、本発明に係るリッジ導波路型窒化物半導体レーザの製造方法について説明する。

【0033】

図 3 (a) ~ (e) は、本発明に係るリッジ導波路型窒化物半導体レーザの p 型窒化物半導体層の部分を上面から見た図であり、電極等を形成する工程を示す。

【0034】

まず、図 3 (a) に示すように、p 型窒化物半導体層の上にストライプ状のリッジ部を形成する。p 型窒化物半導体層の一部をエッチング等の手段により除去することで凸部を形成し、リッジ部とする。リッジ部は、凸部の底面側の幅が広く上面に近づくに従ってストライプ幅が小さくなる順メサ形状であっても、逆に凸部の平面に近づくにつれてストライプの幅が小さくなる逆メサ形状でも良い。また、積層面に垂直な側面を有するストライプであっても良い。

【0035】

次に、図 3 (b) に示すように、リッジ部 14 a の頂面を除いて、p 型窒化物半導体層

14の全面を覆うように、第1の絶縁保護膜17を形成する(=図3(b)の斜線の領域)。第1の絶縁保護膜17には、p型窒化物半導体14と屈折率差が大きな材料を用いることが好ましく、例えば、 ZrO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 AlN 、 BN 、 DLC 、 C 、 MgO 、 SiN 、 $SiON$ 、 CrO 、 ZnO 、 GaO 、 $AlGaN$ 、 HfO 、 Ta_2O_5 等を用いることができる。

【0036】

次に、図3(c)に示すように、p型窒化物半導体14及び第1の絶縁保護膜のほぼ全面を覆うようにp側オーミック電極15を形成し、リッジ部14aの頂面でp型窒化物半導体層14とp側オーミック電極15をオーミック接触させる。

【0037】

次に、図3(d)に示すように、第2の絶縁保護膜18と拡散防止膜30を同時形成する。即ち、p側オーミック電極15よりも広い範囲に第2の絶縁保護膜18を形成し、リッジに平行な細長い開口部18aをリッジ部14aの両脇に1個ずつ設ける。この開口部18aは、p側オーミック電極15と少なくとも重なるように、好ましくは開口部18aがp側オーミック電極15の内側に位置するように形成する。これら2つの開口部18aに挟まれた領域18bが拡散防止膜30となる。尚、この第2の絶縁保護膜18(兼拡散防止膜30)は、n電極の形成領域を除いてレーザチップの側面まで覆うように形成する。第2の絶縁保護膜18(兼拡散防止膜30)には、 SiO_2 、 ZrO 、 SiC 、 TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 DLC 、 C 、 MgO 、 $SiON$ 、 CrO 、 ZnO 、 GaO 、 $AlGaN$ 、 HfO 、 Ta_2O_5 、 RhO 、 RhO_2 、 Nb_2O_5 、 ITO 等の酸化物や、 AlN 、 BN 、 SiN 、 RhN 、 ZrN 、 TiN 、 ZnN 、 GaN 、 NbN 等を用いることができる。

【0038】

次に、図3(e)に示すように、第2の保護絶縁膜18よりも内側で、p側オーミック電極15よりも外側にp側パッド電極19を形成する。p側パッド電極19は、第2の保護絶縁膜18に設けられた開口部18aを介してp側オーミック電極15と電気的に接触することができる。

【0039】

このような製造方法を用いれば、従来の製造方法に新たな工程を加えなくとも、第2の絶縁保護膜18を形成するフォトリソグラフィのマスク形状に変更を加えるだけで、拡散防止層30を形成することができる。

【実施例1】

【0040】

以下、本発明の実施例について説明する。

【0041】

本発明において、積層構造体を構成するn型窒化物半導体層、活性層、p型窒化物半導体層としては、特に限定されず、種々の層構造を用いることができる。デバイスの具体的な構造としては、例えば後述の実施例に記載されているデバイス構造が挙げられる。また、電極、絶縁膜(保護膜)等も特に限定されず種々のものを用いることができる。積層構造に用いる窒化物半導体としては、 GaN 、 AlN 、若しくは InN などの窒化物半導体や、これらの混晶であるIII-V族窒化物半導体($In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 、 $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x+y \leq 1$)を用いることができる。窒化物半導体の成長は、MOVPE、MOCVD(有機金属化学気相成長法)、HVPE(ハライド気相成長法)、MBE(分子線気相成長法)等、窒化物半導体を成長させるのに知られている全ての方法を適用できる。

【0042】

以下、実施例として窒化物半導体を用いた半導体レーザ素子について説明するが、本発明の半導体レーザ素子は、これに限らず、本発明の技術的思想において、様々な半導体に実施できることは言うまでもない。

【0043】

(基板)

実施例 1 では、基板として C 面を主面とするサファイアを用いる。

【0044】

尚、サファイアのような窒化物半導体と異なる異種基板に代えて、Ga₂N₃基板などの窒化物半導体からなる基板を用いてもよい。C 面を主面とするサファイア基板以外の異種基板としては、例えば、R 面、及び A 面のいずれかを主面とするサファイア、スピネル、ZnS、ZnO、GaAs、Si、SiC 及び窒化物半導体と格子整合する酸化物基板等、窒化物半導体を成長させることが可能な基板材料を用いることができる。好ましい異種基板としてはサファイア、スピネルが挙げられる。

【0045】

(バッファ層)

2 インチφ、C 面を主面とするサファイアよりなる異種基板を MOVPE 反応容器内にセットし温度を 500℃ にしてトリメチルガリウム (TMG)、アンモニア (NH₃) を用い、Ga₂N₃よりなるバッファ層を 200 Å の膜厚で成長させる。

【0046】

(下地層)

バッファ層形成後、温度を 1050℃ にして、TMG、アンモニアを用い、アンドープ Ga₂N₃よりなる窒化物半導体層を 4 μm の膜厚で成長させる。この層は、素子構造を形成する各層の成長において下地層 (成長基板) として作用する。下地層としてこの他に ELOG (Epitaxially Laterally Overgrowth) 成長させた窒化物半導体を用いると結晶性が良好な成長基板が得られる。ELOG 成長層の具体例としては、異種基板上に、窒化物半導体層を成長させ、その表面に窒化物半導体の成長が困難な保護膜を設ける等して形成したマスク領域と、窒化物半導体を成長させる非マスク領域とをストライプ状に設け、その非マスク領域から窒化物半導体を成長させることで、膜厚方向への成長に加えて横方向への成長が成されることにより、マスク領域にも窒化物半導体が成長して成膜させたものや、異種基板上に成長させた窒化物半導体層に開口部を設け、その開口部側面から横方向への成長が成されて成膜されたもの等が挙げられる。

【0047】

(n 側コンタクト層)

次に、下地層 (窒化物半導体基板) 上に TMG、TMA、アンモニア、不純物ガスとしてシランガスを用い、1050℃ で Si を $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ ドープさせた n 型 AlGa₂N₃よりなる n 側コンタクト層を 4.5 μm の膜厚で成長させる。n 側コンタクト層は、AlGa₂N₃以外の n 型窒化物半導体層によって構成しても良く、例えば Ga₂N₃であっても良い。

【0048】

(クラック防止層)

次に、TMG、TMI (トリメチルインジウム)、アンモニアを用い、温度を 800℃ にして In_{0.06}Ga_{0.94}N₃よりなるクラック防止層を 0.15 μm の膜厚で成長させる。なお、このクラック防止層は省略可能である。

【0049】

(n 側クラッド層)

次に、温度を 1050℃ にして、原料ガスに TMA (トリメチルアルミニウム)、TMG 及びアンモニアを用い、アンドープの AlGa₂N₃よりなる A 層を 25 Å の膜厚で成長させ、続いて TMA を止め、不純物ガスとしてシランガスを用い、Si を $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ ドープした Ga₂N₃よりなる B 層を 25 Å の膜厚で成長させる。そしてこの操作をそれぞれ 160 回繰り返して A 層と B 層を交互に積層し、総膜厚 8000 Å の多層膜 (超格子構造) よりなる n 側クラッド層を成長させる。この時、アンドープ AlGa₂N₃の Al の混晶比としては、0.05 以上 0.3 以下の範囲であれば、十分にクラッド層として機能する屈折率差を設けることができる。尚、n 側クラッド層は、活性層よりもバンドギャップの広く、電子を供給することができる窒化物半導体層であれば良く、好ましくは Al を含

む窒化物半導体とする。

【0050】

(n側光ガイド層)

次に、同様の温度で原料ガスにTMG及びアンモニアを用い、アンドープのGaNよりなるn側光ガイド層を $0.1\mu\text{m}$ の膜厚で成長させる。この層は、n型不純物をドーピングしてもよい。ガイド層に用いられる窒化物半導体としては、その外側に設けられるクラッド層と比較して、導波路形成に十分な屈折率を有していればよく、単一膜若しくは多層膜のいずれでも良い。具体的には、発振波長が $370\text{nm}\sim 470\text{nm}$ ではアンドープのGaNが好ましく、比較的長波長な領域(450nm 以上)では、InGaN/GaNの多層膜構造を用いることが好ましい。

【0051】

(活性層)

次に、温度を 800°C にして、原料にTMI(トリメチルインジウム)、TMG及びアンモニアを用い、不純物ガスとしてシランガスを用い、Siを $5\times 10^{18}/\text{cm}^3$ ドーピングしたIn_{0.05}Ga_{0.95}Nよりなる障壁層を 100\AA の膜厚で成長させる。続いてシランガスを止め、アンドープのIn_{0.1}Ga_{0.9}Nよりなる井戸層を 50\AA の膜厚で成長させる。この操作を3回繰り返し、最後に障壁層を積層させて総膜厚 550\AA の多重量子井戸構造(MQW)の活性層を成長させる。

【0052】

尚、活性層は、Inを含む窒化物半導体層を用いることが好ましい。これにより、紫外線及び可視域において紫色系から赤色系の波長のレーザ光を得ることができる。また、Inを含む窒化物半導体層を用いる場合、活性層が大気に曝されると、レーザ素子駆動時において極めて重大な素子劣化を起こすことがある。これは、Inの融点が低いため、分解、蒸発が起りやすく凸部形成時のエッチングによって損傷し、活性層露出後の加工においてその結晶性を保つことが困難となるので、ストライプ状の凸部を活性層に達しない深さに形成することが好ましい。活性層は、量子井戸構造であっても良く、その場合、単一量子井戸、多量子井戸のいずれでも良い。

【0053】

(p側電子閉込め層)

次に、同様の温度で、原料ガスにTMA、TMG及びアンモニアを用い、不純物ガスとしてCp₂Mg(シクロペンタジエニルマグネシウム)を用い、Mgを $1\times 10^{19}/\text{cm}^3$ ドーピングしたAlGaNよりなるp側電子閉じ込め層を 100\AA の膜厚で成長させる。

【0054】

(p側光ガイド層)

次に、温度を 1050°C にして、原料ガスにTMG及びアンモニアを用い、アンドープのGaNよりなるp側光ガイド層を 750\AA の膜厚で成長させる。このp側光ガイド層はアンドープとして成長させるが、Mgをドーピングしてもよい。ガイド層に用いられる窒化物半導体としては、その外側に設けられるクラッド層と比較して、導波路形成に十分な屈折率を有していればよく、単一膜若しくは多層膜のいずれでも良い。具体的には、発振波長が $370\text{nm}\sim 470\text{nm}$ ではアンドープのGaNが好ましく、比較的長波長な領域(450nm 以上)では、InGaN/GaNの多層膜構造を用いることが好ましい。

【0055】

(p側クラッド層)

続いて、 1050°C でアンドープAl_{0.16}Ga_{0.84}Nよりなる層を 25\AA の膜厚で成長させ、続いてTMGを止め、Cp₂Mgを用いてMgドーピングGaNよりなる層を 25\AA の膜厚で成長させ、総膜厚 $0.6\mu\text{m}$ の超格子層よりなるp側クラッド層を成長させる。p側クラッド層は少なくとも一方がAlを含む窒化物半導体層を含み、互いにバンドギャップエネルギーが異なる窒化物半導体層を積層した超格子で作製した場合、不純物はいずれも一方の層に多くドーピングして、いわゆる変調ドーピングを行うと結晶性がよくなる傾向にあるが、両方に同じようにドーピングしてもよい。p側クラッド層は、活性層よりもバ

ンドギャップの広く、電子を供給することができる窒化物半導体層であれば良く、好ましくはAlを含む窒化物半導体とする。

【0056】

(p側コンタクト層)

最後に1050℃でp側クラッド層の上にMgを $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ ドープしたp型GaNよりなるp側コンタクト層を150Åの膜厚で成長させる。p側コンタクト層は $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($x \leq 0$ 、 $y \leq 0$ 、 $x + y \leq 1$) で構成することができ、好ましくはMgをドープしたGaNとすればp電極と最も好ましいオーミック接触が得られる。反応終了後、反応容器内において窒素雰囲気中でウエハを700℃でアニーリングして、p側コンタクト層を更に低抵抗化する。

【0057】

(n側コンタクト層露出及び共振器面形成)

以上のようにして窒化物半導体を成長させて積層構造体を形成した後、ウエハを反応容器から取り出し、最上層のp側コンタクト層の表面に SiO_2 よりなる保護膜を形成してRIE(反応性イオンエッチング)を用い SiCl_4 ガスによりエッチングし、n電極を形成させるn側コンタクト層の表面を露出させる。この時、共振器面となる活性層端面を露出させてエッチング端面を共振器端面とする。

【0058】

(リッジ部形成)

次に、ストライプ状の導波路領域を形成するために、最上層のp側コンタクト層のほぼ全面にCVD装置により、 Si 酸化物(主として SiO_2)よりなる保護膜を $0.5 \mu\text{m}$ の膜厚で形成した後、保護膜の上に所定の形状のマスクをかけ、RIE装置により CF_4 ガスを用いたフォトリソグラフィ技術によりストライプ状の保護膜を形成する。そして、再度RIEにより SiCl_4 を用いて、p側コンタクト層及びp側クラッド層をエッチングして、ストライプ幅 $2 \mu\text{m}$ のリッジ部14aを形成する。

【0059】

(第1の絶縁保護膜)

次に、 SiO_2 マスクをつけたまま、p側窒化物半導体層表面に ZrO_2 よりなる第1の絶縁膜17を形成する。この第1の絶縁膜17は、n側オーミック電極16形成面をマスクして半導体層の全面に設けてもよい。また、後に分割され易いように絶縁膜17を形成させない部分を設ける。第1の絶縁膜17形成後、バッファード液に浸漬して、ストライプ状凸部14aの上面に形成した SiO_2 を溶解除去し、リフトオフ法により SiO_2 と共に、リッジ部14a上(更にはn型コンタクト層上)にある ZrO_2 17を除去する。これにより、リッジ部14aの頂面は露出され、リッジ部14aの側面は ZrO_2 17で覆われた構造となる。

【0060】

(p側オーミック電極)

次に、第1の絶縁保護膜17上にp側オーミック電極15を形成させる。p側オーミック電極15は、p側窒化物半導体層14よりも内側に形成する。このp側オーミック電極15は、 $\text{Ni}-\text{Au}$ からなる。また、エッチングにより露出されたn側コンタクト層の表面にもストライプ状のn側オーミック電極16を形成させる。n側オーミック電極16は $\text{Ti}-\text{Al}$ からなる。これらを形成後、それぞれを酸素：窒素が80：20の割合の雰囲気中で、600℃でアニーリングすることで、p側、n側とものオーミック電極を合金化し、良好なオーミック特性を得る。

【0061】

(第2の絶縁保護膜、拡散防止膜)

次いで、リッジ部14a両脇であってp側オーミック電極15上のリッジに平行な細長い2つの領域、n側オーミック電極16の一部にレジストを塗布し、 Si 酸化物(主として SiO_2)からなる第2の絶縁膜18を、チップ分割位置を除いた全面に形成する。その後、レジストをリフトオフすることで、図3(d)に示すように、2つの開口部18a

を有する第2の絶縁保護膜18を形成する。この第2の絶縁保護膜18の開口部18aに挟まれた領域が、拡散防止膜30となる。

【0062】

(パッド電極)

次に、上記の絶縁膜を覆うようにp側パッド電極19及びn側パッド電極29がそれぞれ形成される。p側パッド電極19は、p側オーミック電極15よりも広く、かつ、第2の絶縁保護膜18よりも狭く形成する。このように形成することで、第2の絶縁保護膜18に設けられた開口部18aを通じて、p側パッド電極19とp側オーミック電極15が接触することができる。p側パッド電極19とn側パッド電極29は、Ni-Ti-Auからなる。このパッド電極は、露出されたオーミック電極15及び16とストライプ状に接している。

【0063】

以上のようにしてパッド電極を形成した後、チップ分割領域を除いたウエハ全面に第1のレジスト膜を形成させる。次いで、SiO₂マスクをウエハ全面に形成する。さらにそのSiO₂マスクの上に第2のレジスト膜を形成させる。このとき、第2のレジスト膜は、光出射側の共振器面近くまでエッチングできるようにパターンニングする。尚、第2のレジスト膜は半導体層の端面にまで達していてもよい。このように第1のレジスト-SiO₂-第2のレジスト膜の順でマスクを形成した後、まず、エッチングガスとしてCHF₃を用いてSiO₂をエッチングし、次にそのSiO₂のパターンをマスクとして基板が露出するまで半導体層をエッチングする。半導体層のエッチング時には、エッチングガスとしてSiCl₄を用いる。このようにして、第2のレジスト膜で覆われていないSiO₂の露出部及びその下にある半導体層がエッチングされる。次いで、第1のレジスト膜、SiO₂、第2のレジスト膜を除去する。このようにすることで、共振器端面から突出するn型半導体層を有する端面が形成される。

【0064】

(バー状に分割)

以上のようにしてp側オーミック電極及びn側オーミック電極を形成した後、基板を研磨して基板を含めた総膜厚を200μmとし、裏面にTi-Pt-Auからなるバックメタルを形成させた後、ストライプ状の電極に垂直な方向で基板側からバー状に割る。このとき、バー状に分割させる前に基板の裏面側から分割位置に対応してスクライブを入れおくと、後工程で分割させやすくなる。また、スクライブの方法としては、カッター等の刃を用いた機械的又は物理的スクライブや、YAGレーザなどを用いた光学的又は熱的スクライブ等を用いることができる。

【0065】

(光反射側ミラー)

以上のようにしてバー状に分割された半導体は、バーの一方には光出射側の共振器面が並び、反対側には光反射側の共振器面が並んでいる。このような数本のバーを、光出射側の共振器面、及び光反射側の共振器面が同一の方向に向くように角度を変える。次いで、各バー間にスペーサーを介して隙間がないように成膜治具に並べる。このようにスペーサーを介することで、素子に形成された電極等に保護膜が形成されないようにできる。まず、光反射側の共振器面にはZrO₂と(SiO₂/ZrO₂)の6ペアが形成されてミラーとなる。このようにしてリッジ導波路型窒化物半導体レーザが形成される。

【0066】

(実装)

次に、得られたリッジ導波路型窒化物半導体レーザを、実装基板上にフェイスダウン実装する。実装基板上の実装用電極には導電性接合剤としてSn/Auバンプ23が形成されており、そのSn/Auバンプ23にp側パッド電極19とn側パッド電極29を接触させて、加熱することによりレーザチップが実装される。

【0067】

上記のようにして得られた窒化物半導体レーザは、出力が約60mWで、閾値電流は約

40 mAとなる。従来に比べて熱抵抗及び駆動電流が低下することで高温動作時の信頼性が向上し、また、寿命特性も向上する。

【実施例 2】

【0068】

実施例 2 では、第 2 の絶縁保護膜と拡散防止膜を別々に形成し、拡散防止膜の材料として SiN を用いる。以下、第 2 の絶縁保護膜と拡散防止膜の形成について説明する。その他の点は実施例 1 と同様である。

【0069】

(第 2 の絶縁保護膜)

リッジ直交方向において、p 側オーミック電極のほぼ全面と n 側オーミック電極の一部にレジストを塗布し、Si 酸化物（主として SiO₂）からなる第 2 の絶縁膜を、チップ分割位置を除いた全面に形成する。その後、レジストをリフトオフすることで、リッジ部を含む p 側オーミック電極の大部分と n 側オーミック電極の一部が露出するように、第 2 の絶縁保護膜を形成することができる。

【0070】

(拡散防止膜)

次に、p 側オーミック電極上において、リッジ部の頂面を全て覆い、かつ、p 側オーミック電極の一部が露出するように、SiN から成る拡散保護膜を形成する。本実施例では、この p 側オーミック電極の露出部において、p 側パッド電極と p 側オーミック電極が接触する。拡散保護膜のパターニングには、例えば、レジストを用いたリフトオフ法を使用することができる。

【0071】

上記のようにして得られた窒化物半導体レーザは、実施例 1 と同様に、熱抵抗及び駆動電流が低下することで高温動作時の信頼性が向上し、また、寿命特性も向上する。

【0072】

(比較例)

実施例 2 において、拡散防止膜を形成しない他は、同様にして窒化物半導体レーザを作製したところ、微小電流域で非発光点が発生しており、導波路領域内で発光にムラが生じていた。

【実施例 3】

【0073】

リッジ部のストライプ幅を 5 μm とした他は、実施例 1 と同様にして窒化物半導体レーザを作成すると、出力 100 mW で、閾値電流が 70 mA となる。また、実施例 1 と同様に、熱抵抗及び駆動電流が低下することで高温動作時の信頼性が向上し、また、寿命特性も向上する。

【実施例 4】

【0074】

本実施例では、マルチストライプ型のレーザに本件発明を適用する。下記に説明する以外の点については、実施例 1 と同様である。

【0075】

まず、図 4 に示すように、ストライプ幅 3 μm のリッジ部 14 a を、2 μm の間隔を空けて 2 本並列に形成する。次に、ZrO₂ から成る第 1 の絶縁保護膜 17 を、リッジ部 14 a の頂面が露出するように形成する。そして、第 1 絶縁保護膜 17 の上に、Ni-Au から成る p 側オーミック電極 15 を形成する。本実施例では、p 側オーミック電極 15 は、2 つのリッジ 14 a の頂面を覆うように連続に形成する。そして、2 つのリッジ 14 a を一体として見たときにリッジ長手方向に平行な最外側、即ち、図 4 において左側リッジ 14 a の左側及び右側リッジ 14 a の右側に開口部 18 a を有するように、第 2 の絶縁保護膜 18 兼拡散防止膜 30 を形成する。そのようにして形成した第 2 の絶縁保護膜 18 兼拡散防止膜 30 を覆うように p 側パッド電極 19 を形成すると、開口部 18 a を通じて、p 側パッド電極 19 と p 側オーミック電極 15 の間の導通を取ることができる。

【0076】

以上のようにして形成したレーザは、出力が100mWで閾値電流が100mAとなる。また、実施例1と同様に、熱抵抗及び駆動電流が低下することで高温動作時の信頼性が向上し、また、寿命特性も向上する。

【0077】

このように、複数のリッジ部を有するマルチストライプ型のレーザの場合、p側オーミック電極を複数のリッジ部に渡って連続に形成し、複数並んだリッジ部のリッジ長手方向に平行な最外側の領域においてp側オーミック電極が露出するように拡散防止膜30を形成し、その最外側の領域においてp側オーミック電極とp側パッド電極の導通を取ることが好ましい。即ち、複数のリッジ部が並列している場合に、リッジ部同士の間部分にはp側オーミック電極と拡散防止膜を連続して形成しておき、複数並んだリッジ部のリッジ長手方向に平行な最外側の領域においてp側オーミック電極を拡散防止膜から露出させてp側パッド電極との導通を確保する。このことにより、リッジ部同士の間隔が狭い場合であっても、拡散防止膜30によって個々のリッジ部の角部まで有効に覆いながら、p側パッド電極とp側オーミック電極の間の導通を確保することができる。従って、リッジ部同士の間隔を狭くして、マルチストライプレーザの出射光スポット径を小さくすることができる。

【0078】

尚、リッジ部同士の間隔を広く取ることができる場合や、拡散防止膜30によってリッジ部の角部までを覆う必要がない場合には、p側オーミック電極や拡散防止膜を不連続に形成し、個々のリッジ部14aの両脇で、p側オーミック電極とp側パッド電極の導通を取っても構わない。

【実施例5】

【0079】

本実施例では、窒化ガリウム系ではなく、ガリウム砒素系化合物半導体を用いたレーザに本件発明を適用する。本実施例は、基板裏面にn電極が形成されている点で実施例1乃至4と異なる。しかしながら、p電極側を下側にして実装を行うため、実施例1乃至4と同様に本件発明を適用することができる。

【0080】

n-InGaP基板の上に、n-InPクラッド層、n-InGaAsPガイド層、InGaAsP活性層、p-InGaAsPガイド層、p-InPクラッド層、p-InGaAsPコンタクト層を積層し、p-InPクラッド層の途中までエッチングすることによってリッジ部を形成する。Au/Znから成るp側オーミック電極をp-InGaAsPコンタクト層の上に形成し、Au/Geから成るn側オーミック電極をn-InGaP基板の裏面に形成する。そして、p側オーミック電極の上に、p側オーミック電極とp-InGaAsPコンタクト層の接合部を覆うようにSiO₂等から成る拡散防止膜を形成する。そして、p側オーミック電極及びn側オーミック電極の上にパッド電極を形成した後、p側を下側にして、実装用基板又はリードフレームの上にボンディングを行い、n側パッド電極に対しては別途ボンディングを行う。尚、p電極側を下側にするのは、GaAs系はGaN系よりも熱導電率が悪いいため、活性層に近いp型層から放熱することが有利だからである。

【0081】

このようにして作製したGaAs系レーザは、従来の拡散防止膜を形成しない場合に比べて、素子寿命が向上する。

【0082】

尚、これまでGaN系又はGaAs系リッジ導波路型半導体レーザに本件発明を適用した場合について説明したが、本発明はこれらに限定されない。例えば、GaN系やGaAs系以外のIII-V族化合物半導体や、InP、ZnSe等のII-VI族化合物半導体から成るリッジ導波路型半導体レーザについても、上記具体例と同様にして本発明を適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0083】

本発明は、レーザ素子を生うようすることができる全てのデバイス、例えば、CDプレーヤ、MDプレーヤ、各種ゲーム機器、DVDプレーヤ、電話回線や海底ケーブル等の基幹ライン・光通信システム、レーザメス、レーザ治療器、レーザ指圧機等の医療機器、レーザビームプリンタ、ディスプレイ等の印刷機、各種測定器、レーザ水準器、レーザ測長機、レーザスピードガン、レーザ温度計等の光センシング機器、レーザ電力輸送機等の種々の分野において利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係るリッジ導波路型レーザが実装用基板に実装されている様子を示す模式断面図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態1に係るリッジ導波路型レーザのリッジ部近傍の構造を示す模式断面図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態2に係るリッジ導波路型レーザのp側半導体層の部分を上面から見た図であり、電極等を形成する工程を示す。

【図4】図4は、本発明の実施例4に係るリッジ導波路型レーザのリッジ部近傍の構造を示す模式断面図である。

【図5】図5は、従来のリッジ導波路型窒化物半導体レーザの一例を示す模式断面図である。

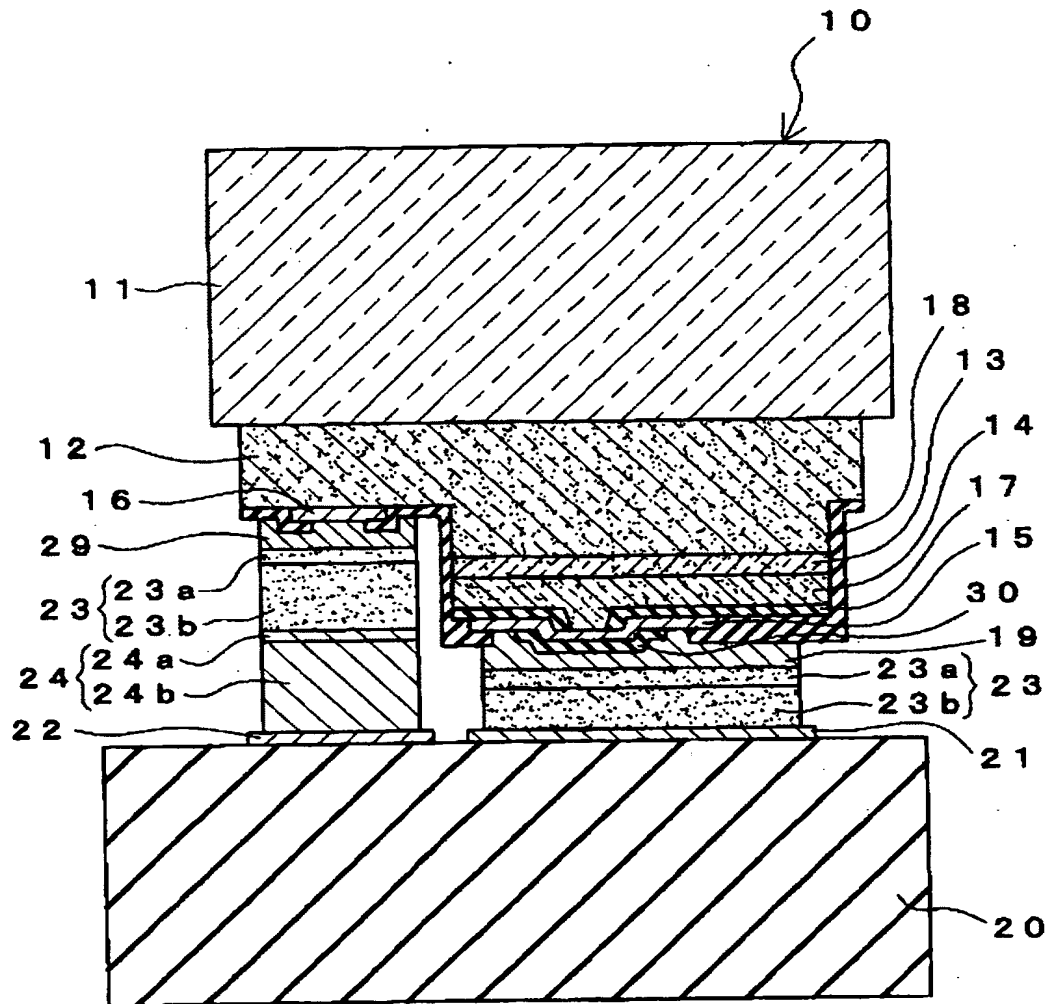
【図6】図6は、従来の窒化物半導体レーザのリッジ部近傍の構造を示す模式断面図である。

【符号の説明】

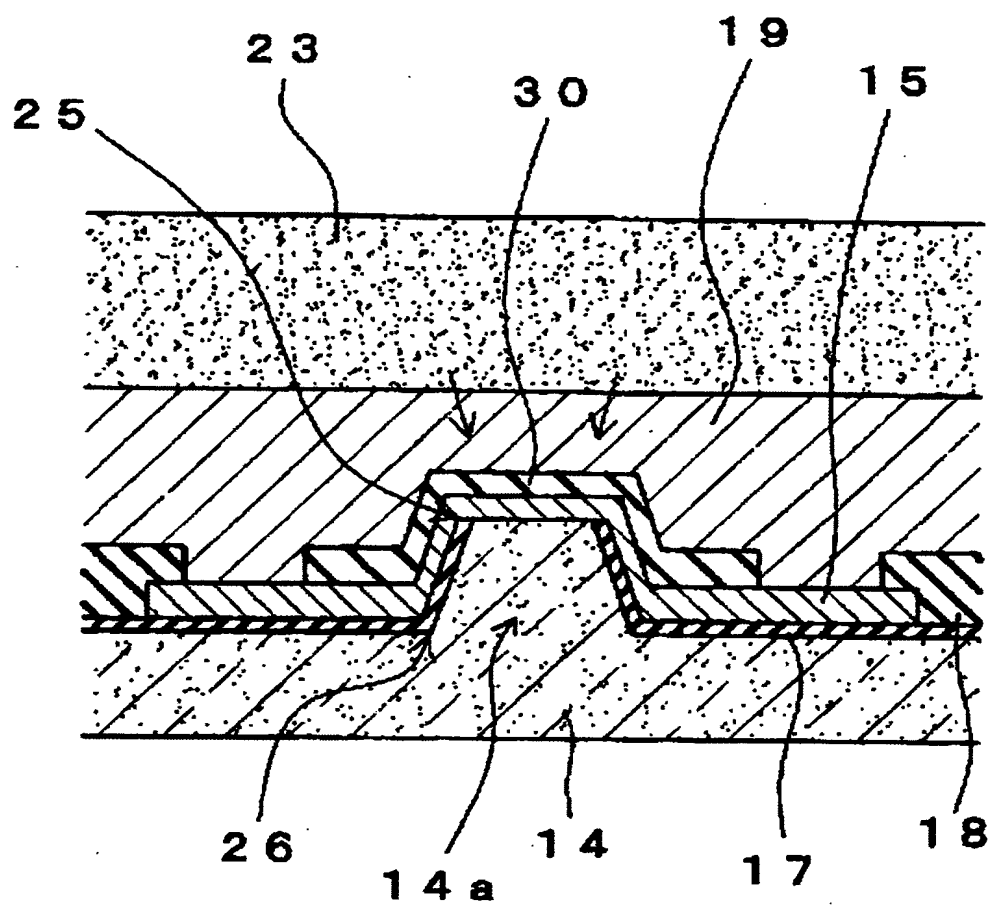
【0085】

- 10: 半導体レーザ、
- 11: 基板、
- 12: n型窒化物半導体層、
- 13: 活性層、
- 14: p型窒化物半導体層、
- 14a: リッジ部、
- 15: p側オーミック電極、
- 16: n側オーミック電極、
- 17: 第1の保護絶縁膜、
- 18: 第2の保護絶縁膜、
- 19: p側パッド電極、
- 20: 実装基板、
- 21、22: 実装基板上の電極、
- 23: 導電性接合剤（半田バンプ）、
- 30: 拡散防止層

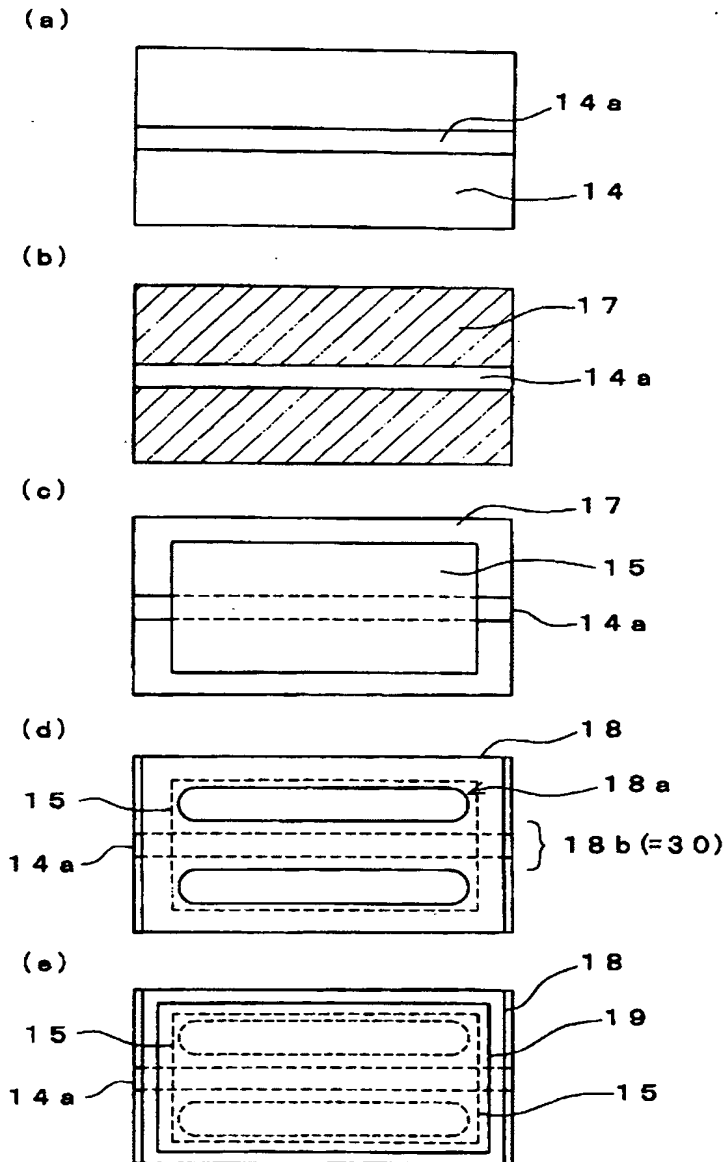
【書類名】 図面
【図 1】



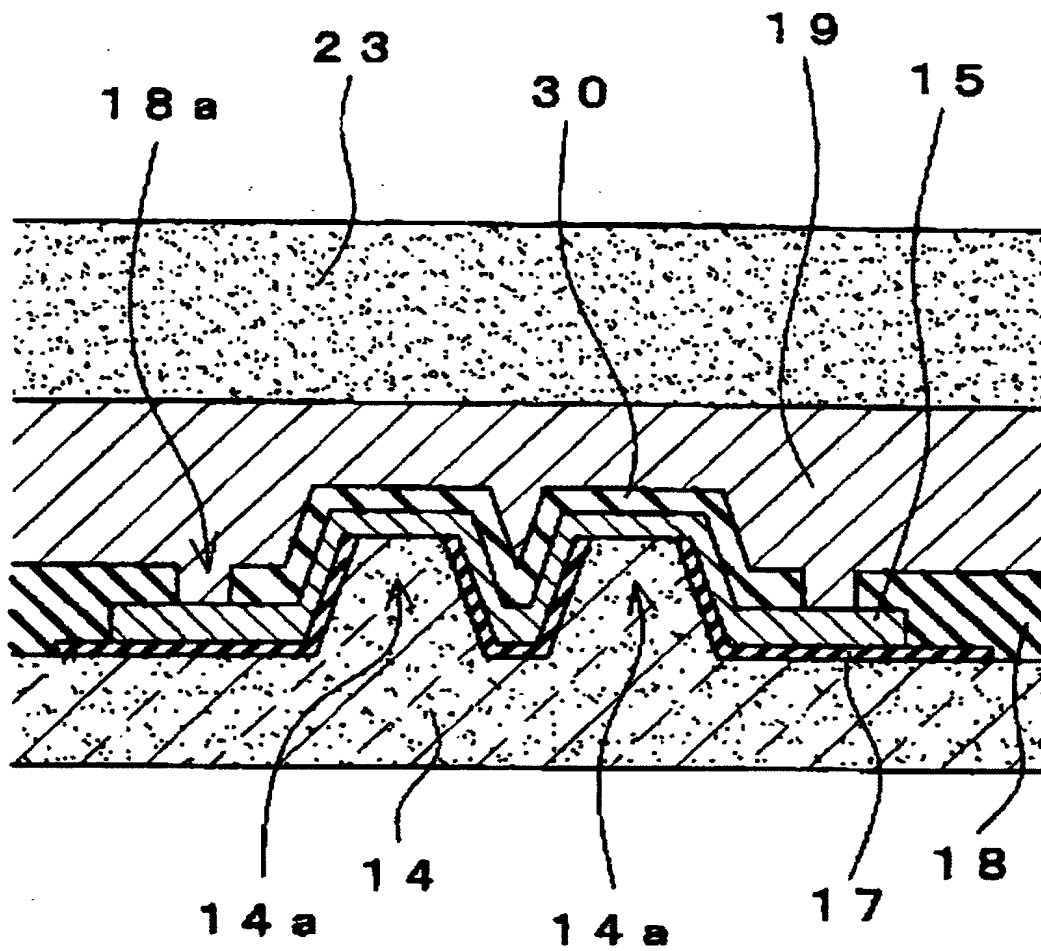
【図 2】



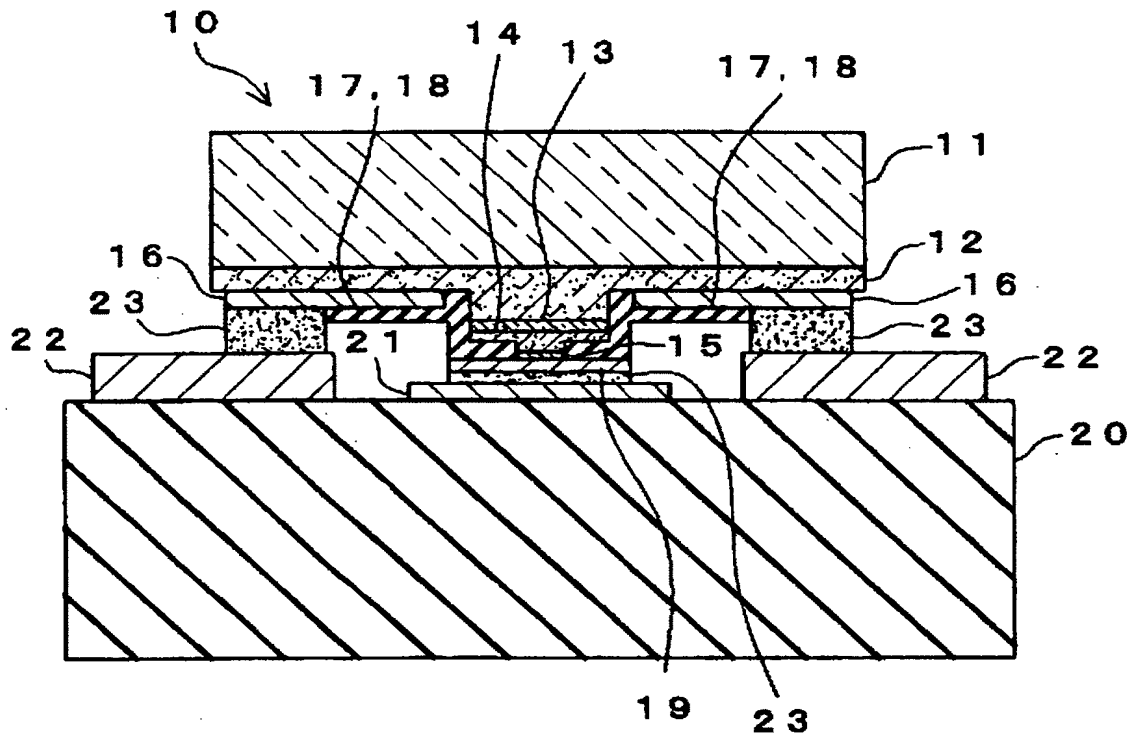
【図 3】



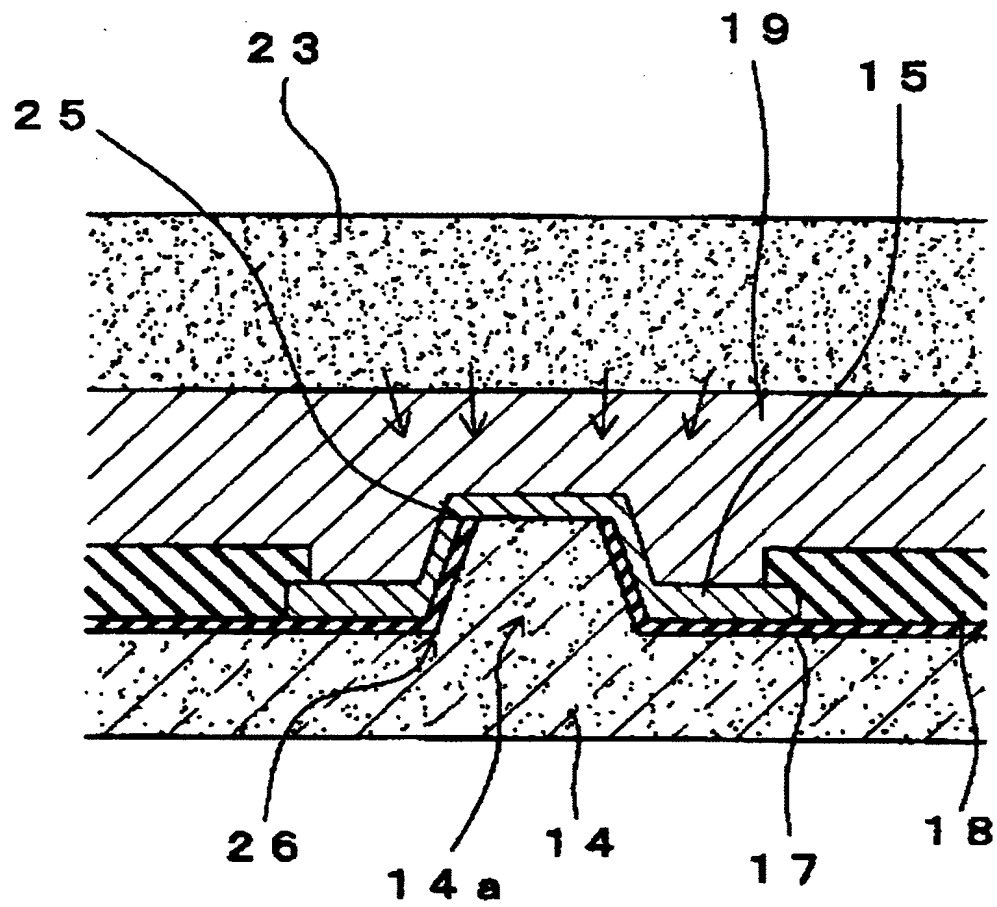
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 リッジ導波路型半導体レーザにおいて、実装時に生じるレーザ特性異常や寿命特性の劣化を防止することのできる、新規なレーザ素子構造を提供する。

【解決手段】 p側半導体層14に形成された導波路形成用のリッジ部14aと、リッジ部頂面の少なくとも一部が露出するように覆う絶縁保護膜17と、そこから露出したリッジ部にオーミック接触したp側オーミック電極15と、p側オーミック電極に電気接触するよう形成されたp側パッド電極19とを備えたリッジ導波路型半導体レーザにおいて、p側オーミック電極とp側パッド電極の間に、低融点金属の拡散を防止可能な拡散防止層30が形成され、拡散防止層が、少なくとも絶縁保護膜17から露出したリッジ部14aを覆う。拡散防止層により、実装用の導電性接合剤からリッジ部に低融点金属が拡散することを抑制し、p側オーミック電極とp型窒化物半導体層とのオーミック接触を良好に維持する。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 0 5 5 5 5
受付番号	5 0 3 0 1 4 2 8 9 4 8
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 9 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 15 年 8 月 28 日

特願 2 0 0 3 - 3 0 5 5 5 5

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 2 2 6 0 5 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0

氏 名

日亜化学工業株式会社